

針-平板電極系を用いた高分子材料の部分放電寿命 評価に関する研究

著者	真下 貴文
雑誌名	東北大学電通談話会記録
巻	87
号	1
ページ	134-135
発行年	2018-08
URL	http://hdl.handle.net/10097/00123469

修士学位論文要約（平成30年 3 月）

針-平板電極系を用いた高分子材料の部分放電寿命評価に関する研究

真下 貴文

指導教員：斎藤 浩海， 研究指導教員：岡本 達希

Study on Partial Discharge Life Evaluation of Polymer Material with Needle-Plain Electrode

Takafumi MASHIMO

Supervisor: Hiroumi SAITOH, Research Advisor: Tatsuki OKAMOTO

The purpose of this study is to clarify the partial discharge(PD) characteristics and life times at higher frequency than at power frequency. We measured the 50Hz equivalent life time, the maximum discharge magnitude, the pulse average ϕ - q distribution in needle-plane electrode under sinusoidal wave applied voltage of 50 Hz to 10000 Hz. We used a low-density polyethylene (LDPE) film with a thickness of 200 μ m for test films. Although the frequency dependence of the lifetime was small, we found the PD characteristic slightly changed at 5000 Hz or more.

1. はじめに

部分放電(PD)現象は、電力設備の寿命に大きく影響を与える劣化現象として古くから様々な研究が行われており(1)、PD を利用した試験は劣化診断や機器設計などに活用されてきた。しかし、PD は微少な放電現象であるため、寿命試験において絶縁破壊までに長時間の課電が必要である。その対策として商用周波数よりも高い周波数を用いて加速的に劣化させる周波数加速法が挙げられる。この手法において、高周波課電時の寿命時間や試料の表面状態を測定した報告例は多いが(2)、各種 PD 特性を測定した報告例は少ない。そこで本研究では発散性電界となる空隙部分での PD 発生を模擬した針-平板電極系モデルを用い、課電周波数を 50～10000Hz で変化させた場合の、課電開始から全路貫通破壊までの PD 特性を測定し、それらの周波数依存性について検討した。

2. 実験方法

試験電極には、図 1 に示すような針先端曲率半径 10 μ m の針-平板電極を用い、4kVp の電圧を低密度ポリエチレン(LDPE)フィルムに課電した。測定は課電開始から絶縁破壊しフィルムが貫通するまで各課電周波数で一定サイクルになるよう自動計測を行った。

3. LDPE における部分放電の課電周波数特性

図 2 に課電周波数ごとの寿命時間を示した。横軸が課電周波数で縦軸が 50Hz 換算寿命を表し、オレンジのプロットが平均値を表している。測定周波数内(50～10000Hz)では平均で約 100～200 時間程度であり、課電周波数増加に伴う単調増加・単調減少は見られなかった。

次に 50Hz における課電開始から絶縁破壊までの

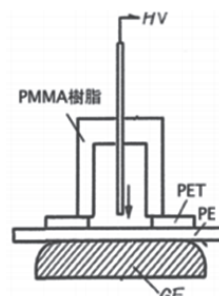


図 1 針-平板電極モデル(1)

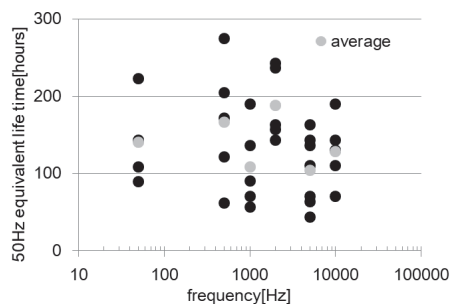


図 2 LDPE における 50Hz 換算寿命

最大放電電荷 q_{max} の時間推移を図 3 に示す。横軸が課電時間で、縦軸が q_{max} の値を示している。また、赤いプロットが正の放電の値、青いプロットが負の放電の値を表している。 q_{max} はある一定の発生頻度以上で発生する放電電荷量の中の最大値を表している。本研究では 1ppc(pulse/cycle)を基準とした。傾向として、課電開始直後は正の値で約 20～40nC 程度であ

るが、課電 30 時間を過ぎると約 5nC 程度に下がりそのまま一定の値を保ちながら絶縁破壊することが分かった。また負の放電においても課電開始直後で 0.5~10nC 程度であったのが正の場合と同様に、約 30 時間経過で 0.1~0.5nC 程度に減少した。この傾向は課電周波数が 2000Hz 程度まではよく観測された。しかし課電周波数が 5000Hz を超えると様相が異なってくる。図 4 に 5000Hz 時の q_{max} の推移を示す。5000Hz 以降では課電開始直後、正で 3~10nC、負で約 0.1nC と 50Hz と比べて 50% 以下になるという結果になった。また、課電開始の値から絶縁破壊するまで数 nC のばらつきはあるがほぼ一定の値を示した。

次に放電の位相角特性であるパルス平均 ϕ - q 分布を図 5、6 に示す。この分布は課電電圧の位相角に対して放電 1 発あたりの平均電荷量を表した分布となっている。図は時間経過ごとの分布形状を表しており、X 軸が位相角、Y 軸が課電時間、Z 軸が平均放電電荷量を示している。分布より、放電発生位相角範囲は周波数が上がっても正で $0 \sim \pi/2$ 、負で $\pi \sim 3\pi/2$ となった。また 50~2000Hz の場合、正の放電では課電開始直後は最大で 20nC 程度の放電が起き、約 30 時間経過すると $\pi/2$ でピークを持ち 1 発あたり 10nC 程度の放電が起きていることが分かった。しかし課電周波数が 5000Hz 以上では課電開始から絶縁破壊まで同一の形状を持ち、最大でも 10nC 程度のピークを持つことが判明した。

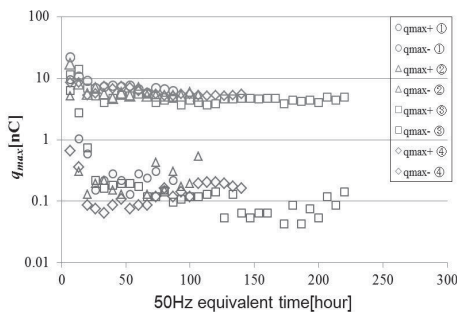


図 3 LDPE における q_{max} の時間推移(50Hz)

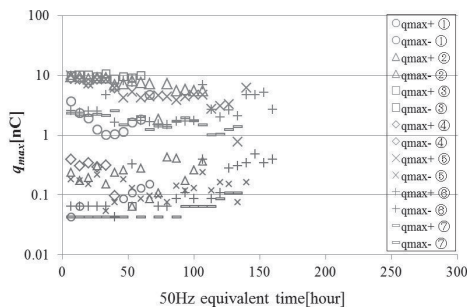


図 4 LDPE における q_{max} の時間推移(5000Hz)

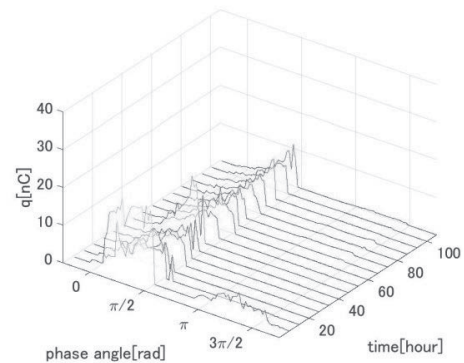


図 5 LDPE におけるパルス平均 ϕ - q 分布の時間推移(50Hz)

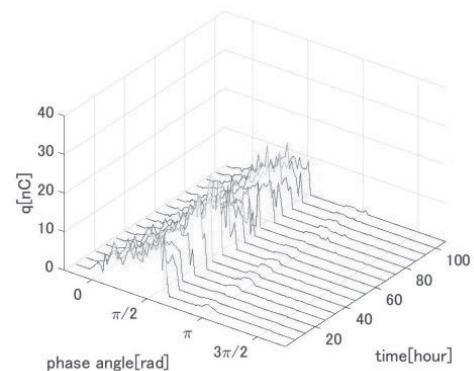


図 6 LDPE におけるパルス平均 ϕ - q 分布の時間推移(5000Hz)

5. まとめ

針-平板電極を用いて LDPE における PD 特性の課電周波数特性を調査した。その結果、寿命時間に関しては 50~10000Hz で課電周波数の依存性は小さく、平均で約 100~200 時間程度であることが判明した。また、最大放電電荷 q_{max} とパルス平均 ϕ - q 分布の平均放電電荷は課電開始から 30 時間程度までの値が 5000~10000Hz においては 2000Hz 以下のものよりも 50% 程度小さく場合があることが明らかになった。

文献

- 岡本達希:「コンピュータ計測による部分放電特性の解析とそのトリーイング劣化への応用」、電力中央研究所総合報告、No.118、(1984)
- 岩崎公祐 他:「CV ケーブル絶縁体における周波数加速劣化特性の評価」、電学論 B、Vol.124、No.6、(2004)